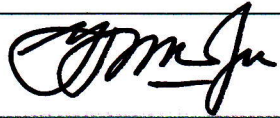
PROSEDUR PELAKSANAAN

PERFORMANCE TEST

REVISI 1

PT PEMBANGKITAN JAWA BALI

UNIT BISNIS JASA O&M INDRAMAYU

LEMBAR PENGESAHAN

PROSEDUR PERFORMANCE TEST

PLTU INDRAMAYU 3 X 330 MW

Konseptor	Yogo Wijayanto	
	NID: 8110278 ID	
Supervisor	Sukarto	
	NID: 6893041 - JA	
Final Approval	Adhitya Sapta Adhitama	
	NID: 7803011 JA	

<table>
<tr><td rowspan="4">
UNIT BISNIS JASA O&M
PLTU INDRAMAYU</td><td rowspan="4">Standar Prosedur</td><td>Doc No</td><td>: IND-ROPS-001</td></tr>
<tr><td>Rev No</td><td>: 1</td></tr>
<tr><td>Date</td><td>: 30 Mei 2012</td></tr>
<tr><td>Page(s)</td><td>: 14 Halaman</td></tr>
<tr><td colspan="4">Pengujian Heat Rate PLTU Indramayu</td></tr>
</table>

1. TUJUAN

Prosedur ini digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan pengujian heat rate PLTU Indramayu.

2. RUANG LINGKUP

Pengujian dilakukan untuk melakukan audit energy, monitoring, evaluasi ataupun pengaruh dari modifikasi peralatan terhadap performa pembangkit.

3. METODE TEST

a) Metode Test

- Menentukan tujuan, lingkup dan level performance test (monitoring, modifikasi peralatan, dan lain-lain).
- Menentukan tipe, jenis batubara, serta komposisi batubara sesuai kebutuhan atau level test.
- Pastikan semua alat ukur telah terkalibrasi dengan baik.
- Pengujian dilakukan pada beban Full Load yang dapat dicapai oleh batubara atau pada titik beban yang ditentukan sesuai tujuan test.
- Jumlah Run (observasi/pengambilan data pada periode waktu pengetesan) adalah satu kali run. Apabila diperlukan dapat dilakukan beberapa run (3 run dengan 2 hasil yang paling mendekati).
- Jika pengamatan selama test diperoleh inkonsistensi data yang dianggap dapat mempengaruhi hasil maka run harus diulang atau dengan membuang data yang dianggap tidak memenuhi persyaratan ASME PTC.
- Durasi pengambilan data dilakukan selama 2 jam atau sesuai kebutuhan atau level test.

- Lakukan pengosongan Bottom Ash Silo dan Fly Ash Silo sebelum dilakukannya performance test agar saat pengambilan sampel abu dapat merepresentasikan hasil performance test.
- Lakukan sootblowing pada heating surface 8 jam sebelum dilakukannya performance test serta pastikan parameter pada kondisi yang stabil serta kondisi operator controllable pada kondisi yang optimum pada saat pelaksanaan test.
- Performance test dilakukan dengan mode operasi yang ditentukan sesuai kebutuhan (CCS Mode, Partial Arc Admission atau Full Arc Admission dan lainnya).
- Frekuensi pengambilan data sesuai tabel berikut (sesuai level test):

Parameter	Interval pengambilan data
Analysis of flue gas	15 menit
Sampling residue dan ash	Akhir test
Generator Output / Power factor	30 menit
SST	30 menit
NPT	30 menit
Ambient parameter	15 menit
DCS data record	1 menit
Coal Consumption	30 menit
Coal sample	1 jam sekali (2x sampling)
Temperature Coal inlet Feeder	1 jam sekali (2x)

- Waktu minimum proses stabilisasi sebelum pelaksanaan test adalah 1 jam, atau tergantung dengan kondisi unit (kondisi steady dapat dilihat dari short term fluctuation maupun long term deviation).

- Parameter – parameter operasi dalam kondisi steady dengan deviasi yang masih dalam kondisi sesuai standar, dalam hal ini Short term dan long term deviation (kondisi lainnya mengikuti ASME PTC 4 Table 3.2-1 dan ASME PTC 6 Table 3.1) :

Variabel	Permissible Deviation	Permissible Rapid Fluctuation
Main Steam Pressure	±3% (abs)	±0.25% (abs)
Main Steam Temp	±8°C	±4°C
Reheat Steam Temp	±8°C	±4°C
Feedwater Temp	±6°C	-
Turbin exhaust Press	±2.5% (abs)	±1% (abs)
Power	±5%	±0.25%
Power factor	-	±1%
Voltage output at terminal	±5%	-

b) Metode Pengukuran & Metode Pengambilan Data

- Menentukan metode pengukuran atau perhitungan heat balance dengan menentukan metode perhitungan pada main steam flow, feedwater flow atau condensate flow.
- Menentukan metode pengukuran temperature dan sampling flue gas pada area inlet – outlet APH, inlet – outlet Fan.
- Menentukan titik pengambilan sample abu (bottom ash maupun fly ash)
- Pengambilan data dilakukan dengan mendownload parameter-parameter dari EWS, pengambilan data coal consumption serta Output Generator dilakukan dari lokal (Coal totalizer di coal feeder, NPT di NCB).

- Menentukan personel yang terlibat dalam pelaksanaan pengujian.

c) Pengambilan Data untuk Perhitungan Effisiensi Boiler (Heat Loss Method)

1. Coal Analysis

Data berikut diperoleh dari analisa Labor (Pengambilan sampel di inlet Coal Feeder):

No	Item	Unit	Remark
Ultimate Analysis			
1	Carbon	%	As Received
2	Hydrogen	%	As Received
3	Oxigen	%	As Received
4	Nitrogen	%	As Received
Proximate Analysis			
1	Total Moisture	%	As Received
2	Inherent Moisture	%	Air Dried Basis
3	Ash Content	%	Air Dried Basis
4	Volatile matter	%	Air Dried Basis
5	Fixed Carbon	%	Air Dried Basis
6	Total Sulfur	%	Air Dried Basis
7	Gross Calorific Value	kCal/Kg	
8	Net Calorific Value	kCal/Kg	

2. Carbon Refuse (Unburned Carbon)

Data berikut diperoleh dari analisa Labor (Sampel diambil dari masing-masing hopper):

No	Item	Unit	Remark
1	Carbon Content of Refuse (Bottom Ash)	%	
2	Carbon Content of Fly Ash	%	

3. Flue Gas Analysis data

Sampel Flue Gas diambil di Inlet maupun Outlet APH :

No	Item	Unit	Remark
1	O_2 Entering APH	%	
2	O_2 Leaving APH	%	
3	CO_2 Entering APH	%	
4	CO_2 Leaving APH	%	
5	CO Leaving APH	%	
6	N_2 Leaving APH	%	100 - CO_2 – CO – O_2

4. Atmosphere Condition

Sampel di ambil di inlet FDF :

No	Item	Unit	Remark
1	Dry Bulb Temperature	°C	
2	Wet Bulb Temperature	°C	
3	Relative Humidity	Mpa	
4	Atmospheric Pressure	Mpa	

5. Air & Gas Data

No	Item	Unit	Remark
1	Reference Air Temperature	°C	
2	Pulverizer Tempering Air Temperature	°C	
3	FDF Outlet Temperature	°C	
4	PAF Outlet Temperature	°C	
5	Primary AH Air Inlet Temperature	°C	
6	Secondary AH Air Inlet Temperature	°C	
7	Air Temperature Leaving Primary AH	°C	
8	Air Temperature Leaving Secondary AH	°C	
9	APH Gas Inlet Temperature	°C	
10	APH Gas Outlet Temperature	°C	
11	Pulverizer Inlet Temperature	°C	
12	Pulverizer Coal/Air Outlet Temperature	°C	
13	Mix Air Flow Entering Pulverizer	T/H	
14	Air Total Flow	T/H	
15	Windbox Flow	T/H	

d) Pengambilan Data Untuk Perhitungan Heat balance dan Heat Rate

- Pengambilan data heat rate dan heat balance menggunakan final feedwater flow measurement
- Pengambilan data meliputi :

No	Item	Unit	Remark
1	Initial Water Level Deaerator	m	
2	Final Water Level Deaerator	m	

3	Deaerator Pressure	Mpa	
4	Test Period	Hour	
5	Initial Water Level Hotwell	M	
6	Final Water Level Hotwell	M	
7	Feedwater Flow	T/H	
8	Feedwater Temperature	°C	
9	Feedwater Pressure	Mpa	
10	7th Extraction Steam Pressure	Mpa	
11	7th Extraction Steam Temperature	°C	
12	Inlet HPH 7 Water Temperature	°C	
13	Outlet HPH 7 Water Temperature	°C	
14	6th Extraction Steam Pressure	Mpa	
15	6th Extraction Steam Temperature	°C	
16	Inlet HPH 6 Water Temperature	°C	
17	Outlet HPH 6 Water Temperature	°C	
18	5th Extraction Steam Pressure		
19	5th Extraction Steam Temperature	°C	
20	Inlet Deaerator Water Temperature	°C	
21	Outlet Deaerator Water Temperature	°C	
22	4th, 3rd, 2nd, 1st, Extraction Steam Pressure	Mpa	
23	4th, 3rd, 2nd, 1st, Extraction Steam Temperature	°C	
24	Inlet LPH 1,2,3,4 Water Temperature	°C	
25	Outlet LPH 1,2,3,4 Water Temperature	°C	
26	Drain Temperature LPH dan HPH	°C	

27	SH Spray Flow, Pressure, Temperature	°C	
28	RH Spray Flow, Pressure, Temperature	°C	
29	Make Up Flow	T/H	
30	Main Steam Pressure	Mpa	
31	Main Steam Temperature	°C	
32	Cold Reheat Steam Pressure	Mpa	
33	Cold Reheat Steam Temperature	°C	
34	Hot Reheat Steam Pressure	Mpa	
35	Hot Reheat Steam Temperature	°C	
36	IP Turbin Outlet Pressure	Mpa	
37	LP Exhaust Pressure	Mpa	

4. KONDISI TEST

a) Kondisi unit beroperasi secara normal dan dalam kondisi steady.

b) Meminimumkan pemakaian spray.

c) Sootblowing dan blowdown tidak dioperasikan selama pelaksanaan test, jika unit mengoperasikan blowdown bisa dimasukkan ke dalam factor koreksi efisiensi boiler.

d) Dalam pelaksanaan test kondisi system normal operasi, diantaranya :

- Bypass system closed
- HP dan LP Heater bypass pipeline closed
- Feedwater heater vents dan emergency drain closed
- Steam dan water pipeline drain valve closed
- Steam dan water pipeline yang terhubung antar unit closed

e) Menentukan peralatan pada Coal Handling, dan BOP yang dioperasikan saat pengujian dilakukan.

5. PERHITUNGAN

a) Melakukan pengujian kevalidan data

b) Merata-ratakan data hasil pengujian test

c) Apabila diperlukan dapat melakukan koreksi hasil actual terhadap kondisi design, factor koreksi dapat diambil dari kurva koreksi manufaktur atau dari standar yang telah ditentukan (ASME PTC).

d) Perhitungan efisiensi boiler dilakukan dengan

1. Metode output – input

   Effisiensi diperoleh dengan membandingkan energi yang keluar dan energi yang masuk sistem boiler, yaitu :

   (jumlah dari energi main steam + energi reheat steam) – energi feedwater yang masuk boiler dibagi dengan jumlah energi bahan bakar yang masuk boiler (Ref. ASME PTC 4 Steam Generating Units);

$$Boiler\ EFF = \frac{Heat\ Output}{Heat\ Input} \times 100\%$$

$$Boiler\ EFF = \frac{Qro + Qrh}{Wfe.HHVf} \times 100\%$$

Dimana :

Qro = (Gms – Gshs) x (Hms – Hfw) + Gshs (Hms – Hshs)

Qrh = Gcrsc (Hhrsh – Hcrsc) + Grsh (Hhrsh – Hcrsc)

Keterangan symbol :

Symbol	Parameter
Qro	Energi yang diserap oleh main steam
Qrh	Energi yang diserap oleh Reheat steam
Wfe	Coal Mass Flow
Gshs	Spray Flow Superheater

Grsh	Spray Flow Cold Reheat
Gms	Main Steam Flow
Gcrsc	Cold Reheat Flow
Hms	Enthalpi Main Steam
Hfw	Entalpi Feedwater
Hshs	Entalpi Spray Superheater
Hhrsh	Enthalpi Hot Reheat
Hcrsc	Enthalpi cold Reheat

2. Metode heat loss

   Menentukan tipe losses dan credit yang akan dimasukkan dalam perhitungan. Losses dan Credits yang masuk dalam perhitungan ini adalah :

   - Heat Loss due to Unburned Carbon (Luc)
   - Heat Loss due to exhaust gas (L_G)
   - Heat Loss due to Fuel Moisture (Lmf)
   - Heat Loss due to Hydrogen (L_H)
   - Heat Loss due to Moisture in Air (L_{mA})
   - Heat Loss due to CO (L_{CO})
   - Heat Loss due to surface Radiation (L_β)
   - Unmeasured Loss (Lun)

   Credit yang masuk dalam perhitungan ini adalah :

   - Heat supplied by sensible heat in fuel (B_{fe})
   - Heat supplied by Entering Air (BAe)
   - Heat supplied from Moisture Entering with Inlet Air (BmAe)

Efisiensi boiler (Gross LHV Basis) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\eta = \left(1 - \frac{Total\ Losses_{LHV}}{LHV + Total\ Credit_{LHV}}\right) \times 100\,\%$$

Dimana :

Total Loss (L) = $Luc + L_G + Lmf + L_H + L_{mA} + L_{CO} + L_\beta + Lun$

Total Credit (B) = $B_{fe} + BAe + BmAe$

e) Perhitungan Heat Rate

1. Metode Output – Input

a) Gross Plant Heat Rate

$$GPHR = \frac{Coal\ Mass\ flow\ \times HHV}{Gross\ Power}$$

b) Net Plant Heat Rate

$$NPHR = \frac{Coal\ Mass\ Flow\ \times HHV}{Net\ Power\ output}$$

Dimana :

$$Net\ Power\ Output = kWh\ Netto - \left(\frac{SST\ 1 + SST\ 2}{3}\right)$$

2. Metode Output loss

a) Perhitungan Main Steam Flow, Reheat Steam Flow

- Untuk main steam flow berupa data di DCS atau menggunakan basis perhitungan feedwater flow.
- Basis perhitungan reheat steam flow menggunakan data hasil pengukuran feedwater flow dengan cara sebagai berikut:

$$wf.h7 + wf.hfi7 = wf.hfo7 + w7.h7d$$

- Untuk steam flow extrasi ke HPH 7 adalah:

$$w7 = \frac{wf(hfo7 - hfi7)}{(h7 - h7d)}$$

- Untuk Cold Reheat Steam Flow adalah:

$$Gcrsc = Gms - Glq - w7$$

Untuk flow gland seal dan MSV leakage menggunakan design data dari manufacturer, yaitu Glq = 4.353 T/jam, untuk beban lainnya dihitung dengan cara interpolasi.

- Untuk Hot Reheat Steam Flow adalah:

b) Turbin Heat Rate (THR)

$$= \frac{Gms.Hms - Gfw.Hfw + Ghrsh.Hhrsh - Gcrsc.Hcrsc - Gshs.Hshs - Grhs.Hrsh}{Pgross}$$

c) Gross Plant Heat Rate (GPHR)

$$GPHR = \frac{THRc}{\eta_{LHV}} \times 100\%$$

d) Net Plant Heat rate (NPHR)

$$NPHR = \frac{THRc}{\eta_{LHV}} \times \frac{Pgross}{Pnet} \times 100\%$$

Keterangan symbol:

Symbol	Parameter
W7	Extraction steam flow ke HPH 7
Wf	Feedwater flow
H7	Enthalpy extraction steam flow ke HPH 7
Hfi7	Enthalpy feedwater inlet HPH 7
Hfo7	Enthalpy feedwater outlet HPH 7
H7d	Enthalpy drain HPH 7
Glq	Flow HP gland seal & MSV leakage
Ghrsh	Hot Reheat Steam flow

f) Perhitungan Aux Power Consumption per Unit (tanpa SST)

$$Aux\ Power = Gross\ Power - Net\ Power$$

g) Perhitungan Total Aux Power Consumption

$$Aux\ Power = Gross\ Power - Net\ Power - Total\ SST$$

h) Total Net Power

$$Pnet = Gross\ Power - UAT - \left(\frac{SST\ 1 + SST\ 2}{3}\right)$$

6. REFERENSI

Referensi yang digunakan dalam pembuatan prosedur ini adalah :

- Performance Guarantee Test Procedure (No.: P – Indramayu – 090101 C – Part II)
- ASME PTC 6 – 1996 Steam Turbine
- ASME PTC 6A - 2000
- ASME PTC 4 – 1998 Steam Generating Units